

고 무 Roll

蔡 榮 基

1. 序 言

고무 Roll은 고무제품 중에서도 比較的 特殊한것으로 規格化 및 標準化가 困難하여 注文生産을 그 本質로 한다. 따라서 受注時에는 使用者로 부터 使用目的, 使用機械, 要求되는 品質, 規格, 數量等を 듣고 그외에 얻어질 品質, 壽命, 檢査方法, 檢査規格 및 Trouble이 發生하는 境遇의 處理問題에 對해 充分히 對話를 나누지 않으면 안된다.

製作方法是 Roll의 品質設計가 나오고 數量이 決定된 後가 아니면 決定되지 못할 수도 있다.

그렇다고 해서 고무 Roll 이 特殊한 分野에서만 사용된다고 하는말은 아니고 그 比重이 大小의 差異는 있지만 大部分의 工業 혹은 機械에 使用되고 있다고 해도 過言은 아니다.

一般的으로 機械나 裝置가 高速化되고 被處理體가 連速化되면 Roll(고무 Roll포함)의 役割은 重要해진다. 고무 Roll은 Core(강철, 주철, 황동, Aluminium合金,

Mg合金 혹은 혹은 Plastic等으로 만들며 通常은 芯 또는 鐵芯이라 부른다.)를 그 骨格으로해서 고무로 살을 붙여 圓筒形으로 加工한것이다.

같은 고무제품으로 Tire와 比較해 보면 極히 簡單한 構造이지만 一見, 單純해 보이는 고무 Roll도 잘보면 Core의 強性和 고무의 彈性을 妥當하게 組合시켜 重要한 機械部品에 使用되는 일도 있다.

그리고 이 簡單한 고무 Roll이 印刷工業, 纖維工業, Pulp 製紙工業, 木材工業, 皮革工業, 유리工業, 製鋼工業, 플라스틱工業 等の 各種 製造工業과 事務用機器等 極히 廣範圍하게 使用되어지고 있다.

生活周邊에서 使用되고 있는 고무 Roll의 例를 보면 謄寫版의 잉크 Roll外에 洗濯機(Washing Machine)의 조리기 Roll, 印畫紙(Photo printing paper) drying에 使用되는 Fellow Type Roll 등이 있고 椅子의 Caster도 Solid Tire의 一種으로 廣意로 해석하면 고무 Roll이라 할 수 있다. 고무 Roll의 應用範圍는 今後에도 점점 더 넓혀질것으로 豫想되며 現在 使用되고 있는 主要한 고무 Roll을 그 機能別로 分類하면 表 1과 같다.

表 1. 고무 Roll의 種類와 機能

機 能	要求되는 고무의 性質	使用되는 場所와 고무 Roll의 名稱
Press	彈性, 強度, 其外.	壓同 Roll(印刷 Roll) 捺染 Drum(染色 Roll) Touch Roll(製紙 Roll) Top Roll(纖維 Roll) Back up Roll(各種) Conduct Roll(Belt 연마기)
Tension Feeding	마찰력, 탄성, 내마모성, 기타	Pinch Roll (Tape Recorder각종) Feed Roll(각종) Tension Roll(각종) Cross Guider Roll(접유)

고무 Roll

機能	要求되는 고무의 性質	使用되는 場所와 고무 Roll의 名稱
aminating Pasting	탄성, 내열성, 내가소제성, 내마모성, 非粘着性, 其外.	Laminate Roll (Plastic) Touch Roll (Plastic) Double link Roll(각종)
Die Pressing	탄성, 내열성, 내가소제성, 내마모성, 비점착성, 其外.	Emboss Roll (Plastic, 金屬, 紙, 布) Press Mark Roll(제지)
Squeeze (압착)	탄성, 내약품성, 내유성, 내마모성, 其外.	Squeeze Roll(제지 L) Linger Roll(제지) Press Roll(제지) Mangle Roll Padding Roll(섬유) Weaving Roll(인쇄, 其外)
Coating	탄성, 내유, 내용제성, 도료등의 적당한 親和性(인쇄적성)기타	인쇄 Roll(인쇄) Coating Roll(종이, 합판, 강판, Plastic 기타)
Power Transmitting	미착력, 탄성, 내마모성 기타	Drive Roll(각종) Idler Roll (Record player, Tape Recorder) Conduct Roll (Belt연마기)
鐵芯 또는 處理體보호	탄성, 내유, 내용제성, 내약품성, 내열성, 기타.	Guide Roll(각종) Deflector Roll(각종) Table Roll(제지) Sink Roll(강판) Typewriter Platen Roll(타자기) Solid Tire(운반차) Caster(의자)등
전기 및 열전열	전기, 열에 對한 절연성, 또는 적절한 전도도, 탄성강도, 기타	정전, 그라비아 인쇄용 각종 Roll(인쇄)정전복사기 Corona 방전처리용 전극 Roll 점착제등에 비점착성이 있는 각종 Roll (Silicone 또는 Teflon으로 제작)
其他特殊用途	탄성, 기타.	Expander Roll(각종) Worm Roll(제지) Suction Roll(제지) Scraper Roll(강판)

2. 고무 Roll 設計以前의 問題

고무 Roll 設計 以前의 問題라는것은 機械 또는 裝置에 모두 Roll이 使用되는가 또는 고무 Roll의 使用이 適合한것인가, 바꿔서 말하면 고무 Roll을 使用하기에 어울리는 設計가 되어있는 機械인가 하는뜻이다.

그런것을 다시금 問題로 삼는것은 우스운 일로서 當然히 機械設計時에 고무 Roll에 對해서도 充分히 檢討하지 않으면 안되는 것이지만 意外에도 소홀하게 되어 있는 경우가 많다.

새로운 고무가 漸漸 開發되고있는 只今에서는 不可能한것도 未來에는 可能하게 될지도 모르는 일이다.

어떠한 要求에도 일단은 實現可能하다고 하는 前題下에서 檢討해 볼 必要는 있다.

그러나 制限이 없으는 없는 것이며 熱膨脹과 溶劑에 의한 膨潤도 없고 어떤 藥品에도 적셔지며 아무리 使用해도 摩耗가 없는 고무 Roll을 要求한다면 고무 Roll Maker는 손을 들고 말것이다.

그런 極段的인 要求를 하는 User나 設計者가 過然 있을까 하고 生覺할 수도 있지만 機械技術者의 見地로 보아 極히 當然해 보이는 要求로 보여도 자세히 檢討

해 보면 大端히 어려운 일도 있다.

예를들면 Roll의 直徑絶對值를 $\pm \frac{1}{100}$ mm로 加工하도록 하는 要求가 있다고 합시다.

金屬 Roll을 研削班에서 加工하면 그 두배 精度도 可能하지만 고무 Roll에서는 大端히 어려운 일이다.

왜냐하면, 고무 Roll 研摩는 뒤에서 說明되겠지만 金屬研摩의 精度를 내는것은 極히 어렵기 때문이다.

이것은 金屬과 달라서 彈性이 큰 고무로서는 研摩時에 되는 경향과 고무의 研摩는 一般적으로 切削油를 使用하지 않고 行하여지고 있기 때문에 고무의 溫度가 上昇된 狀態에서 切削되고 切削後 溫度가 내려가면 收縮하기 때문이다.

萬一 正確한 寸수의 고무 Roll이 얻어질 수 있다해도 (어떤 方法으로는 直徑이 正確하게 測定했다고 해도) 막상 그것을 通常의 方法으로 測定하면 그 값이 變한다.

Micrometer로 測定하면 測定壓에 依해서 그 實際의 크기보다 작은 값이 얻어진다.

Dial gage를 使用해서 測定해도 測定壓에 依한 誤差는 어쩔 수 없다.

KS 硬度(60Hs)의 고무를 2mm의 두께로 Lining 한 고무 Roll을 測定壓을 加하지 않고 光學的 測定法으로 測定하는 경우와 Micrometer로 測定한 값을 比較해 보면 後者の 便이 $\frac{3}{100}$ mm 程度 작다.

測定溫度에 依해서도 直徑은 變한다.

普通고무의 膨脹係數는 10^{-4} 의 Order를 갖고 있기 때문에 만약 4×10^{-4} 이라는 膨脹係數를 가진고무를 25mm의 두께로 Lining 한 Roll을 10°C 差異의 溫度下에서 直徑을 測定하면 $\frac{2}{100}$ mm의 差異가 난다. 直徑하 如만 보아도 이러한 問題가 있다.

直徑의 Data값에 影響을 주는 要因을 그림 1에 나타내었다.

3. 고무 Roll의 製造方法

고무의 一般 加工方法이 大部分 그대로 고무 Roll 製造에 應用될 수 있다.

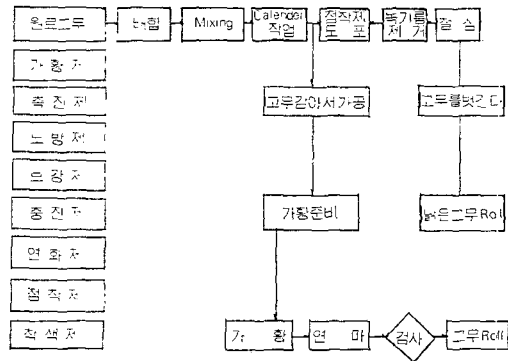


그림 2. 一般의인 고무 Roll의 製作法

3.1 고무 Roll의 成형법

- 1) 鐵芯에 未加黃고무 Sheet를 감아 붙인다. (大形 Roll에 一般적으로 使用되는 方法)
- 2) 押出法으로 未加黃 Tube로 만들어 鐵芯에 덮어 씌우든가 Cross bed의 壓出機로 直接 鐵芯에 고무를 被覆시킨다.
- 3) 押出機로 Tube만 만들어 놓는다. (加黃後 接着劑를 칠할 鐵芯에 Tube를 끼워 넣는다.)
- 4) 金型에 鐵芯을 Set하여 두고 고무를 壓入한다.

4. 原料고무의 特性

NR을 爲始하여 모든 合成고무가 Roll의 Lining 材料로 利用되고 있다.

아직 滿足할 수 없는 分野도 많지만 天然고무밖에 없었던 時代에 比하면 各種 合成고무를 適材適所에 使用할 수 있게된 現在는 設計의 自由度 大端히 커졌다 고 할 수 있다.

4.1 NR(Natural Rubber : 天然고무)

加工性, 物性이 우수하고 價格도 싸지만 耐油性, 耐熱性, 耐 Ozone性은 淸약하다.

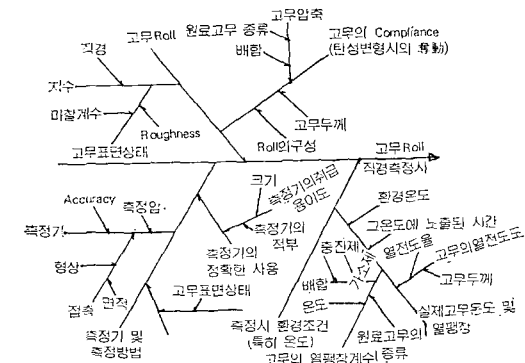


그림 1. 고무 Roll 直徑의 測定值에 影響을 주는 要因

4.2 BR(Butadiene Rubber)

一般的性質로서는 NR이나 SBR에 比較하여 長短點만 列擧하기로 한다.

- 長點**
- ① 耐摩耗성이 優秀하다
 - ② 反撥彈性이 크다
 - ③ 動的發熱이 적다
 - ④ 低溫特性이 優秀하며 Gel化 溫度 또는 結晶化 溫度가 낮다.
 - ⑤ Oil과 充填劑와의 親和性이 좋고 多量混合時에도 物性的變化가 적어 Cost down된다.
- 短點**
- ① 一般的으로 加工性이 좋지 못한 故로 NR, SBR 과의 混合使用으로 改善된다.
 - ② Roll 加工時 加工에 適當한 溫度範圍를 要한다.
 - ③ Tire에서 Chipping, Cutting에 對한 저항이 적다. 그러나 適當한 配合調節로서 改善할 수 있으며
 - ④ 引張強度나 引裂強度가 낮다.

SBR이 NR과 類似한 機能을 갖도록 만든데 비해 IR, BR은 NR과 化學構造의으로 같거나 類似하게 만든 合成고무이다. 따라서 天然고무와 同一하게 生覺해도 좋으며 BR은 引張強度, 引裂強度가 NR, IR에 비해 劣等하나 反撥彈性은 極히 優秀하다.

4.3 IR(Isoprene Rubber)

4.3.1 IR의 特性

- ① 高純度이며 灰分(Ash)의 含量이 적다.
- ② 品質이 一定하다.
- ③ 型흐름(Mold Flow)이 좋다.
- ④ Scorch發生 우려가 없다.
- ⑤ 吸水性이 적어 電氣의性質이 優秀하다.
- ⑥ 淡色製品에 좋다.

4.3.2 加工法

IR은 天然고무와 加工 및 加黃方式이 大同小異하므로 天然고무와 代置使用하여도 좋은 結果를 얻을 수 있다.

IR은 天然고무에 比하여 軟하고 配合劑中 特히 加黃 促進劑의 分散이 問題이므로 加工時 分散에 對한 操作에 注意를 要하며 促進劑로서는 特히 分散이 重要하며 Sulfenamide 系統이나 融點이 낮은 것이 좋다. 黃(Sulfur)量은 天然고무보다 적게 쓰며 促進劑는 普通 때의 20~30% 더 많이 쓰는 것이 特徵이다.

分散이 나쁜 配合劑는 天然고무를 Base로 한 Masterbatch로 行하므로 分散이 向上되며 또 効果의인 方法이 될 수 있다.

充填劑를 적게 쓰는 配合에서는 IR을 他Polymer와 Blend하여 使用하여야 하며 混合時 溫度는 天然고무보다 若干 낮은 것이 좋다.

4.4 SBR(Styrene Butadiene Rubber)

4.4.1 SBR의 特徵

SBR은 一般的으로 消費가 第一 많으며 따라서 大量 生産하는 한 種類이며 全 合成고무의 約 80%를 차지하고 있다.

SBR의 大部分은 Butadiene과 Styrene의 共重合物로서 乳化重合法으로 만들어진다.

大別하면 重合時溫度에 따라 2種으로 區分되는데 50°C 以上에서 重合되는 것을 Hot Rubber, 50°C 以下에서 重合되는 것을 Cold Rubber라 하여 區分된다.

SBR은 結合Styrene이 23.5% 程度가 普通이다.

이 結合量의 많고 적음에 따라 物理的性質, 加工性 등에 影響을 미치며 SBR의 性質은 Butadiene이 主가 되는데 Styrene의 約 1/3의 比率이 一般的이다.

結合 Styrene이 50% 以上 되는 것을 一般的으로 Styrene Rubber라 稱한다.

그런데 一般的으로 SBR의 長短點을 記述하면 大略 다음과 같다.

- ◎ **長點**
- ① 品質이 均一하고 異物이 적다.
 - ② 加黃速度變化의 範圍가 적다.
 - ③ 耐老化, 耐熱, 耐摩耗성이 優秀하다.
 - ④ 耐油性은 天然고무보다 나쁘다.
 - ⑤ 素練效果(Mastication Effect)가 없고 再練時 Mooney 變化가 적다.
 - ⑥ Scorch에 對하여 安全하다.
 - ⑦ 加黃이 平坦하다.
 - ⑧ NR, IR, BR 等に 混合 使用되며
 - ⑨ 廉價이다.
- ◎ **短點**
- ① 純고무의 加黃物은 機械的性質이 나빠지므로 補強劑를 配合할 必要가 있다.

表 2 SBR 分子構造 結合樣式

區 分	Hot SBR	Cold SBR
Cis-1.4 結合	21%	7%
Trans-1.4 結合	59%	76%
1, 2-Vinyl 結合	18%	16%

- ② 加黃速度가 늦어 促進劑를 多量使用하거나 強力促進劑를 쓸 必要가 있다.
- ③ 粘着性(Tackiness)이 不良하므로 粘着付與劑를 使用하여야 한다.
- ④ 收縮膨脹性이 크다.
- ⑤ 彈性이 낮고 動的發熱이 크다.
- ⑥ 引裂強度가 낮다.

4.4.2 加工法

SBR은 天然고무와 달라 Mastication(내림)한 後의 Mooney Viscosity의 變化가 적은 故로 내림이 不必要하며 Roll作業時에 冷却된 Roll便에 沾기며 바로 여기에 藥品投入하여 混合해도 되며 Banbury Mixer 混合時 高溫에서는 Gel化가 되기 쉬우므로 Peptizer나 Gel 防止劑, 老化防止劑 등을 加하여 作業한다.

특히 낮은 粘度의 配合物을 얻고자 할 때는 低粘度로 製造된 SBR을 使用하든지 또는 多量의 可塑劑를 使用한다.

混合時에 配合劑의 分散이 重要하므로 混合하는 機械는 Roll Mixer, Banbury 등을 使用하는데 配合內容에 따라서 混合條件이 重要하다.

分散을 向上시키기 爲해서는 再混合이 必要하며 混合後 冷却, 熟成, 또는 Roll에서 薄通이 必要하는데 이는 物性的 向上과 物性的 均一性을 가지게 하기 爲한 措置이다.

SBR은 特別히 收縮이 심하므로 壓延, 押出時 이를 防止하도록 配合 또는 加工操作이 必要하며 天然고무에 比하여 粘着性이 나쁘므로 加工이 困難하다.

4.5 IIR(Iso butylene-Isoprene Rubber)

IIR은 긴 鎖狀의 포화분자인 Isobutylene과 Isoprene과의 混合液을 重合觸媒와 反應調整劑를 加하여 -100°C 程度의 超低溫度의 反應Tank에서 重合 連續生産하는 것이다.

4.5.1 特性

- ① 各種氣體에 對하여 透過性이 적고
- ② 熱, 日光, Ozone에 抵抗이 크며
- ③ 電氣絶緣이 優秀하며
- ④ 普通 酸, Alkali에 對하여 NR, SBR보다 優秀하다.
- ⑤ 動植物系油에 對하여 抵抗性이 크며
- ⑥ Alcohol, Ketone, Ester 등 極性溶劑에 對해서도 抵抗性이 크다.

특히 IIR中 特殊고무인 Halogen化 Butyl 고무가 製造되는데 그 種類로서 브롬化 gutyl고무와 監素化 Bu-

tyl고무가 있으며 이들은 Butyl고무의 鎖狀에 Halogen 元素를 導入한 것으로 他고무와 相溶性이 있는 것이 그 特徵이나 一般 Butyl고무는 CR을 除外한 他고무와 相溶이 되지 않으므로 加工時 特別히 注意하여야 한다.

4.5.2 加工法

① Mastication時 可塑度 變化가 없으므로 Mastication의 必要가 없다.

② 他 polymer에 比해 Roll에서 混合이 어렵다.

③ 充填劑의 種類에 따라 Roll에 붙이므로 이 때는 1~3phr의 Stearic acid를 使用하면 좋아진다.

④ Mooney Viscosity가 낮은 것을 混合할 경우 Roll 溫度를 30~40°C로 하는 것이 좋고 Mooney가 높은 것은 75°C 程度로 作業하므로 作業性이 向上되며 따라서 混合押出加工性도 좋아진다.

IIR의 一般의인 用途는 上述한 바와 같은 性質을 갖고 있으므로 地下, 水底 Cable用으로 使用되나 大略의 用途는 다음과 같다.

- 1) Tank lining 2) 高壓絶緣 Cable 3) Inner tube
- 4) 自動車部品 5) 고무引布 6) Curing bag
- 7) 建築用 Seal 8) 고무 Roll 9) 其他工業用品

특히 IIR은 耐油性은 없지만 極性溶劑에 強하고 耐熱性, 耐藥品性이 優秀하다.

특히 樹脂加黃(Resin Vulcanization)(變性phenol Resin으로 架橋結合(Cross-linking)시키면 黃을 加한 것보다 耐熱性, 耐藥品性이 현저하게 向上된다)

耐熱性, 耐藥品性을 要求하는 一般工業用 Roll外에 耐溶劑性을 利用해서 Coating Roll, print Roll에 利用된다.

IIR은 Gas透過率이 極히 낮아서 Tire의 Inner tube에 使에 用되며 고무 Roll같이 Thickness가 두꺼운 것을 加工하기는 어렵다.

4.6 EPDM(Ethylene Propylene Diene Monomer)

一般의으로 EPT로 通用하고 있다. 1965年頃 부터 實用화된 汎用고무로서 期待되고 있다.

耐油性은 없지만 極性溶劑에 강하고 耐熱性, 耐藥品性이 優秀해 Coating Roll, Print Roll, 其外 耐熱, 耐藥品性을 要求하는 一般工業用 Roll에 使用되고 있다.

近來에 와서는 IIR과 適當한 比率로 blending하여 고무Roll을 製造하는 경향이 있다.

但, 接着性, 氣泡(Air hole), 作業性, 加黃 등을 慎重히 檢討해야 한다.

EPDM은 IIR과 類似한 點도 있지만 機械的 強度,

耐摩耗性, 彈性, 加工性에는 IIR보다 優秀하다.

특히 耐Ozone性은 대단히 優秀해서 Corona방전처리 Roll用으로서 重用되고 있다.

4.7 CR(Chloroprene Rubber)

圓形CR은 大略 三種으로 分類되는데

- ① 黃變性 Type—(例) NeopreneGN, GNA, GRT等
- ② 非黃變性 Type—(例) Neoprene W, WRT
- ③ 特殊用으로 使用되는 Neoprene AC, AD, KNR 등이 있다.(接着劑, Coating用)

4.7.1 一般的 性質

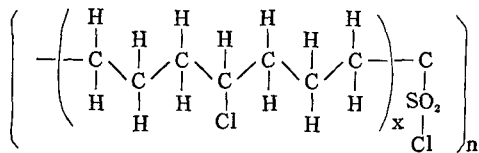
- ① 加黃物의 耐油性은 NBR보다 良好하며 脂肪酸炭化水素, 潤滑油, Gasoline, 動植物油에 잘 견딘다 芳香族炭化水素나 Halogen炭化水素에 對하여 抵抗이 적다.
- ② 耐熱性이 좋아 100°C 附近에서 長期繼續 使用할 수 있으며 不連續使用時는 120°C까지 견딘다.
- ③ 耐侯性 耐Ozone性이 좋다. 長期間 室外露出시킬때도 劣化되지 않는다.
- ④ 各種化學藥品에 對하여 抵抗은 酸化性藥品을 除하고 一般的으로 NR·SBR에 比하여 安全하다.
- ⑤ 自然性이 없고 불끼에 잘타며 불끼를 除去하면 쉽게 꺼진다.
- ⑥ CR은 接着力이 強하다.
- ⑦ 電氣絶緣性은 NR, IIR, SBR보다 나쁘며 耐侯性 耐油性이 좋아 低電壓用의 電線 Cable의 保護被覆에 쓰인다. 均衡잡힌 特性을 갖는 고무로서 極히 낮은 Hardness로 配合를 하는 것도 可能하다.

4.8 CSM(Chloro sulphonated polyethylene)(商品名; Hypalon)

Polyethylene에 SO₂와 鹽素가스를 反應시켜 Chloro sulphone化한 polyethylene이 Dupont Co.에서 生産되어 Hypalon이라는 商品名으로 販賣되고 있다.

이는 耐侯性, 耐Ozone性, 酸, Alkali에 對한 耐藥品性等은 좋고 耐摩耗性도 좋지만 低溫特性이 弱하다.

用途로서는 前記의 特性을 利用하여 Cable, 電氣部品, 自動車用 Ignition Wire, 高壓用 Cable 등과 또한



耐侯性, 耐藥品性, 耐熱性을 利用한 Hose, Belt, Lining, 工業的 Roll(例: 66 Be 黃酸用 Hose, 150°C의 腐蝕性鹽의 運搬用 Belt, 80% 黃酸抽出고무 Roll) 建材等に 利用되고 있다.

4.9 NBR(Acrylonitrile Butadiene Rubber)

耐油性고무인 NBR은 Acrylic Nitrile(CH₂=CH-CN)과 Butadiene(CH₂=CH-CH=CH₂)을 共重合시켜서 만든 것이다.

SBR과 같이 乳化重合시키는 것이며 乳化劑, 重合劑로는 SBR과 大略 同一한 系統을 使用하며 共重合物은 非結晶性, 不規則고무가 있다.

SBR에 比해서는 重合速度가 대단히 빠르고 Acrylic Nitrile比가 커짐에 따라서 急激히 重合速度가 增加한다.

大部時 重合溫度가 높기 때문에 重合速度도 높다. 따라서 30°C 以上에서 高重合되는 것을 Hot Rubber라 부르는데 오늘날에는 觸媒를 使用하는 低重合技術이 發展되어 NBR이 10°C 以下에서 重合하는 경우도 있으므로 이렇게 增합된 고무를 Cold Rubber라 부른다.

4.9.1 NBR의 加工法

1) 내림: NBR은 低溫Roll에서 行하는 것이 原則이며 高溫내림을 한다면 polymer gel이 發生되어 加工性이든가 加黃物性에서 여러가지 短點이 發生되어 될 수 있는 限 冷Roll을 사용할 必要가 있다.

2) 混合: 내림과 마찬가지로 冷却Roller를 사용하는 것이 普通이다. 混合順序는 黃을 다른 配合劑보다 먼저 넣고 黃混入後에는 活性充填劑를 넣는다. 可塑劑는 充填劑와 同時에 混入하는 것이 實用的이다.

Banbury Mixer로 混入할 경우에도 混合溫度에 注意할 것이 무엇보다도 重要하다.

混入順序는 活性充填劑等を 먼저 投入하는 것이 原則이지만 混練條件은 配合, 混合機械에 依해 左右되므로 Case by Case로 檢討하여 作業함이 最善方法이다.

3) 押出: 押出作業에서 注意할 點은 押出機內에서 發熱이 크기 때문에 Soorch 現象이 일어나지 않게 할 것이며 Barrel, Screw는 水冷으로 35~65°C 정도, Head와 Die는 加熱해서 100°C 前後로 한다.

4) Calendering: Sheeting, Doubling, Topping, Friction 等は 原則的으로 SBR과 同一하고 Roll 溫度等도 配合에 따라 크게 變한다. NBR의 내림 및 混合은 一般 NR, SBR과 거의 同一하며 機械도 같다.

NBR은 내림時 發熱이 크므로 SBR, CR의 方法과 같

은 原則을 갖고 行하여야 하며 配合劑의 分散이 重要하다. Calender作業은 溫度가 약간 낮은 것이 좋으며 押出時에도 Screw에 冷却水를 供給하여 冷却시켜 주므로 押出 Swelle이 좋다. 成型作業時에는 溶劑의 效果가 크므로 Toluene, MEK, Chlorobenzene을 單獨 使用함이 좋다.

4.9.2 NBR의 一般用途 및 特性

耐油性 合成고무의 代表的인 것으로 Goodrich Chemical, 日本 Zeon의 商品名 Hycar로 잘 알려져 있다.

Butadiene과 Acrylonitrile의 共重合과 比較할 때 보다 많은 種類가 있고 耐油性은 主로 Acrylonitrile의 含有量으로 決定한다.

印刷用 Roll, 印刷用 Blanket에는 없어서는 안될 고무이고 耐藥品性, 耐摩耗性, 耐熱性도 優秀해서 製紙, 染色, 紡績用 Roll 等等에도 널리 利用되고 있다.

내오존성, 耐侯性이 弱한 것이 缺點이지만, 鹽化 Vinyl을 섞어서 改善할 수가 있다. 耐油性이 優秀하므로 耐油性 Packing, Oil Seal-Gasket, 耐油 Hose, 耐油고무板, 燃料槽, PVC可塑劑, 其他 接着劑等の 用途에 쓰인다.

Nitrile Rubber의 性質은 Nitrile Content에 依해서 크게 變한다. Nitrile Rubber의 特徵인 耐油性, 耐摩耗性, 機械的 性質은 Nitrile Content 增大에 따라서 增加하지만 伸率, 彈性, 耐寒性은 減少하고 加工性도 低下한다.

다음 表 3은 Nitrile Content가 다른 各種 Nitrile Rubber의 引張強度, 脆化點의 變化를 表示하였다.

다음 그림 3은 Nitrile Content, Hardness, 耐油性의 關係를 表示하였다.

Nitrile Rubber는 構造에서 아는 바와 같이 非極性 溶媒보다 極性溶媒에 잘 膨潤한다.

耐油性은 Swelling만이 問題가 아니고 기름에 담근 後의 機械的 強度, 耐摩性이 問題가 된다.

表 3. Nitrile含量에 따른 인장특성 및 취화점

Butadiene: Acrylonitrile 比	Tensile Strength (27°C) (kg/cm ²)	Tensile Strength (93°C) (kg/cm ²)	Brittle temp. (°C)
90 : 10	133	—	-57
85 : 15	188	—	-54
80 : 20	196	—	-50
70 : 30	231	—	-30
60 : 40	256	—	-25
55 : 45	266	130	-20
50 : 50	274	—	-15

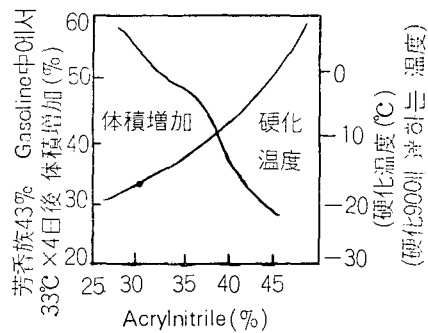
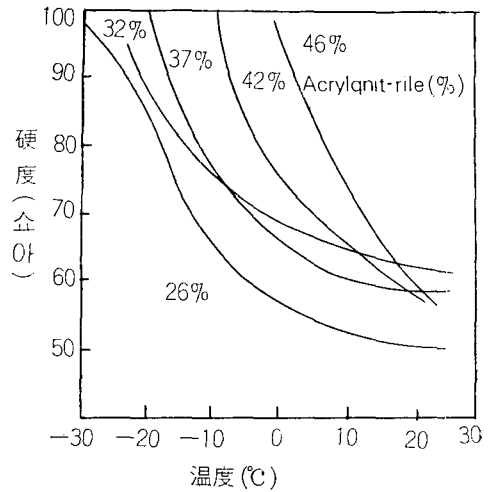


그림 3. 芳香族 43% Gasoline 中에서 33°C x 4 days 後에 체적증가(%)

기름에 對한 膨潤은 本質的으로는 親和性 即 相互作用과 Entropy問題로써 Nitrile Rubber는 全般的으로 親和性이 적다고 알려져 있다.

耐油性은 기름의 種類에 따라 變化되는 것은 當然하지만 名種 鑛油에 對하여는 CR과 마찬가지로 Aniline point 即 芳香族系의 기름含量에 따라 變한다.

4.10 Epichlorohydrine Rubber

새로운 合成고무로서 NBR의 耐油性, EPDM의 내오존성, CR의 低溫特性, IIR을 상회하는 낮은 Gas 透過率을 가진 흥미있는 고무로서 CHR과 CHC의 2種이 市販되고 있다.

4.11 Acryl Rubber (ACM, ANM)

Acryl Rubber는 耐熱性, 耐油性이 極히 좋은 合成

고무로 Acrylic Acid Ester을 主成分으로 한 고무의 總稱이다.

Acryl Rubber는 polyacrylate Rubber라고도 하며 1948년에는 Hycar라는 商品名으로 企業化가 되었다. 製法은 高溫乳化重合이며 架橋는 Amine類로 한다.

4.11.1 Acryl Rubber의 性質

特性으로는 高度의 耐熱性, 耐油性을 必要로 하는 製品에 使用하지만 耐寒性, Roll 加工性, 耐水性, 反撥 彈性은 좋지 않다.

NBR에서는 얻을 수 없는 耐熱, 耐油性을 가진 고무이지만 加工性, 物性(특히 低溫特性)의 點에서 難點이 있다.

最近 加工性이 改良되어 使用하기 쉽게 되었다.

4.12 Thiokol Rubber(多黃化고무)

優秀한 耐油, 耐溶劑性을 갖고 있으나 냄새가 심하고 物性, 耐熱性이 나쁜 것이 短點이다.

4.13 Silicone Rubber

4.13.1 Silicone Elastomer의 特性

長點: ① $-60^{\circ}\text{C} \sim 250^{\circ}\text{C}$ 의 넓은 範圍에서도 物性變化가 거의 없으며 低溫에서 特히 彈性을 잃지 않는다.

- ② 耐侯性이 좋으며 耐油性도 좋다.
- ③ 廣範圍의 溫度 및 周波數에서 電氣의 性質의 變化가 적다.

短點: ① 機械的 性質 特히 引裂強度가 나쁘고

- ② 耐藥品性이 좋지 않다(強度, 強Alkali에 弱하다)
- ③ Mold Flow가 나쁘다.

耐熱性, 非粘着性을 가진 고무로서 잘 알려져 있지만 其外 界面活性劑나 極性溶劑에 잘 견디며 耐寒性도 極히 優秀하다.

耐壓縮永久줄음성은 極히 좋으나 機械的 強度(특히 引裂強度)는 결핍되어 있고 高價인점이다.

最近에는 引裂強度가 改善된 것도 있다.

4.13.2 Silicone Rubber의 用途

耐熱性, 耐寒性, 電氣의 特性, 耐油性을 必要로 하는 工業用 材料에 널리 使用된다.

特히 Engine의 Gasket, Seal, 耐熱性 Packing, 耐油 Packing, 耐油性고무 Roll, Polyethylene Laminated Roll, Guide Roll, 풀칠 Roll 등에 利用되고 있다.

그밖에 化學裝置의 Packing, 建築材 Seal, 電氣絶緣 材料, 醫科用 材料 등에 쓰인다.

4.14 弗素고무(Fluorocarbon Elastomer)

4.14.1 弗素고무의 特性

長點: ① 耐化學藥品性(發煙黃酸, 아세트酸, Crome酸)이 優秀하다.

② 油, 溶劑(Ketone, Ester除外)에 잘 견디고 $-50^{\circ}\text{C} \sim 180^{\circ}\text{C}$ 이 溫度에서 使用

③ 耐侯性, 耐Ozone性은 모든 合成고무 중 가장 우수함.

④ 耐熱性(限界溫度 250°C)이 優秀하며 電氣絶緣性도 좋다.

短點: ① 價格이 비싸다.

② 耐寒性이 나쁘다.

③ 動的性質이 나쁘다.

④ 無水Ammonia 또는 活性 Amine類에 잘 硬化되며 濃Alkali에 浸蝕된다.

4.13.2 弗素고무의 用途

高溫 高壓의 O-Ring, Seal Packing, Engine이 防火 壁, 電解槽의 Lining, 石油plant, Hose, Roll 등에 널리 利用된 뿐 아니라 Diaphram에도 使用한다.

4.15 Urethane Rubber(U.R.)

Urethane Rubber는 엄밀히 말하자면 poly urethane Rubber로써 重合體(polymer)를 意味하는 “poly”를 省略해서 通常 Urethane Rubber(UR) 또는 Urethane Elastomer라 불리워지고 있다. Urethane Rubber는 耐老化性, 耐油性, 耐Ozone性, 耐摩耗性은 좋지만, 酸, Alkali, 耐熱水蒸氣에는 弱하다.

Urethane Rubber를 大略 區分하면 다음과 같다.

○化學構造에 依한 分類

{	鎖狀構造形	{	熱可塑性 Prepolymer
			(저장안정성 양호)
	網狀構造形	液狀 Prepolymer	(저장불안정)

○成形法에 依한 分類

{	Millatle形
	熱可塑性
	熱硬化性形

物性, 耐摩耗性이 大端히 優秀하지만, 耐熱, 耐Alkali性에 問題가 있다.

Ester形과 Ether形이 있으나 Ether形이 그 點에서는 有利하다.

Urethane Rubber는 通常의인 고무와 달라서 液狀의 高무를 Mold에 부어서 成型하는 Casting法으로 加工하는 일이 많다.

製鐵用 및 製紙用 Roll로서 最近 脚光을 받고 있다. 低硬度的 고무는 印刷適性が 좋고 또 Roll 表面加工에 있어서 研磨法으로는 얻을 수 없는 거울면 加工이 가능해서 印刷用 Roll에 쓰여지고 있다.

其外에 弗化실리콘과 같은 特殊合成 고무도 있지만 고무Roll에 使用될 수 있는 고무는 大體로 網羅된 것 같다.

고무加工과 配合에서는 그 고무의 特性이 나타나게끔 가공 配合하지 않으면 고무의 特性이 나타나지 않게 되어 그 Merit를 잃게 되므로 注意를 要한다.

一般的으로 고무의 接着은 化學的인 結合에 依하지 않고 2차접착인 것으로서 Lining한 고무보다도 溫度에

는 弱한 것이 普通이며 이 點은 耐油性, 耐溶劑性에도 마찬가지이다. 이 點을 注意해서 고무Roll을 設計, 使用하지 않으면 안된다. 例를 들어 고온사용 Roll은 냉각수를 순환, 냉각시켜서 接觸층을 보호하도록 하는 배려가 필요하다.

과우지간, 고무材質 및 接着方法의 選定은 고무Roll이 어떤 환경에서 사용되는가(耐藥品, 耐油, 耐溶劑, 耐熱性), 어떤 物性이 要求되는가(荷重, 回轉速度, 被處理物의 表面狀態) 등이 문제에다 경제성을 充分히 고려해 주어야 한다.

고무 Roll의 耐熱성을 原料고무別로 보면 그림 4와 같고 각종 고무의 主要特性을 보면 表 4와 같다.

表 4. 主要 고무의 特性

◎: 優秀 ○: 良好 △: 若干劣等 ×: 大단히 劣等

고 무	NR	SBR	IIR	EPDM	CR	CSM (Hyplon)	NBR
構 造	Cis-1,4-polyisoprene	Styrene-Butadiene Copolymer	Isobutylene Isoprene Copolymer	Ethylene-Propylene-Diene Copolymer	Chloroprene Rubber	Chloro-Sulphonated polyethylene	Acrylonitrile Butadiene Copolymer
商 品 名 (Maker)		JSR (日本成고무) Nipol (日本Zeon)	Polysar Esso	Royalene (Uniroyal) 三井EPT (Mitsui) 노 펠 (Dupont) 에프신(CRC)	Neoprene (Dupont) 昭和 Neoprene 電化 Chloroprene	Hypalon (Dupont)	Hycar (日本Zeon) Polysar 크 라이낙 (Polymer) Chemigum (Goodyear) JSR(N-21)
		其外			其外		其外
純 고무 比重	0.93	0.94	0.91	0.86	1.25	1.12	1.00
配合可能KS硬度	5~100	35~100	25~85	30~90	10~90	50~90	15~100
引 張 强 度	◎	○	○	○	○	◎	○
伸 長 率	◎	○	○	○	◎	○	○
反 撥 彈 性	◎	○	△	○	○	△	△
耐壓縮永久變形	◎	○	△	○	○	○	○
引 裂 强 度	◎	△	○	○	○	○	○
耐 摩 耗 性	○	○	△	◎	○	◎	◎
耐 Ozone 性	×	△	○	◎	○	◎	△
耐 老 化 性	○	○	◎	◎	◎	◎	◎
耐 光 性	△	△	◎	◎	◎	◎	○
耐 熔 性	×	×	×	×	○	○	×
내굴곡 균열성	◎	△	◎	○	◎	◎	○
耐 寒 性	○	○	○	○	△	△	△
진 기 전 열 성	◎	◎	◎	◎	○	○	△
耐 Gas 透過性	○	△	◎	△	○	○	○
金屬과의 接着	◎	◎	○	○	◎	○	◎
냄 새	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

고무 Roll

고무명	Epichloro hydrine 고무	ACM(Acryl Rubber)	Thiokol Rubber (多黃化 고무)	Silicone 고무	Fluoro carbon 고무 (弗素 고무)	Urethane Rubber (유론 S)	Urethane Rubber (유론 H)
구조	Epichloro hydrine polymer	Acrylic Acid Ester Copolymer	polysulphate	polydi-methyl siloxane	6弗化 Propylene 弗化 Vinylidene Copolymer	polyester iso cyanate	左同
상품명	제크론 (日本 Zeon) 하크라 (Hercules) Hydrine (Goodrich)	크라이낙 (polymer) 하이카 (Goodrich) 티아크릴 (Thiocol) Cyano Acryl (아메리컨 시아나이트) 서모다이트 (日本 Oil Seal)	Thiocol (Thiocol)	信越 Silicone (信越化學) Toshiba silicone (Toshiba) 실라스틱 도레이실리콘 (도레이 실리콘)	Viton (Dupont)	테스모플, 테스모플 (Bayer) 아시프렌 (듀폰) 알트론 (ICI)	左同
純 고무 比重	1.36	1.10	1.37	0.93	1.8	1.2	1.1
配合可能 KS 硬度	—	40~90	30~90	30~80	55~80	10~40	30~100
引張 強度	△	△	△	×	○	○	◎
伸長 率	○	○	○	×	○	○	◎
反撥 彈性	△	△	△	◎	△	○	◎
耐壓縮 永久變形	○	△	△	◎	◎	○	◎
引裂 強度	○	△	△	×	○	△	◎
耐摩耗 性	△	○	×	×	◎	○	◎
耐 Ozone 性	◎	◎	◎	◎	◎	△	○
耐老化 性	◎	◎	◎	◎	◎	○	○
耐光 性	○	◎	◎	◎	◎	○	△
耐焰 性	◎	×	×	○	◎	×	×
내굴곡 균열성	◎	○	×	△	◎	○	◎
耐寒 性	◎	△	×	◎	△	△	○
전기 絶緣 性	○	△	◎	◎	△	×	△
耐 Gas 透過 性	◎	○	◎	△	○	○	◎
金屬과의 接着 性	◎	○	○	△	◎	◎	◎
내 새	◎	◎	×	◎	◎	◎	◎

5. 고무 硬度的 意義와 表示法

고무 硬도를 表示하는 方法에는 여러가지가 있지만 우리나라에서 가장 많이 使用되고 있는 것은 KS의 Spring式 硬度 시험기, 그 다음으로는 Shore, Durometer-A型에 依한 것이다.

이것들은 어느 것이나 Indenter과 불리는 針을 고무에 눌러보아 그때의 針의 進入度로서 이것을 硬度라 하며 彈性變形, 塑性流動, Modulus 등이 모두 합쳐진 것이기 때문에 全彈性率과 關係는 있지만 그 硬도가 갖는 物理的인 意味는 大端히 模糊하다.

그러나 고무의 彈性的 機能을 表示하는 簡單한

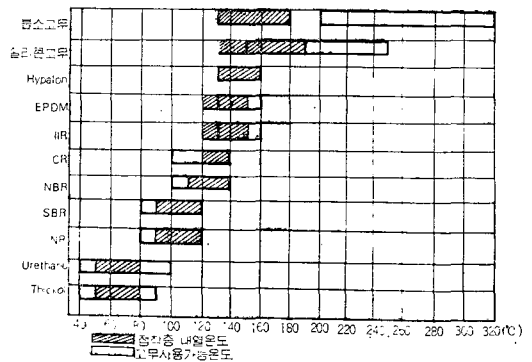


그림 4. 고무 Roll의 耐熱性

Parameter(變數)로 利用할 수 있어 더욱 광범위하게 사용될 수 있는 特性值이다.

Spring式 硬度試驗機의 長點과 缺點을 열거해 보면

- ① 非破壞試驗이 可能하다.
- ② 누구나 簡單히 測定可能하나 個人差가 크다.
- ③ 數値는 0~100의 값을 表示하도록 말들어진 것이 사용에 便利하나 物理的 意味는 模糊하다.
- ④ 값이 싸고 携帶用이다.

以上과 같이 좋은 점과 나쁜 점이 있으나 實用的으로는 工場에서의 品質管理, 工程管理 等等 여러가지 Specification에도 널리 이용되고 있다.

여기서 특히 但書를 두고싶은 것은 硬도를 絕對적으로 生覺해서 天秤에서 무게를, Micrometer로 길이를 測定하듯이 使用하는 것은 Nonsense라 할 수 있다는 것이다. 종종 규격이 60±0.5로 表示된 것도 있지만 이는 全적으로 無意味한 일이다.

測定機의 誤差, 個人差, 고무製品의 形狀에 依한 誤差, 고무溫度差에 依한 硬度差 等에 依해서 고무Roll의 機能은 라인잉한 고무 全體의 彈性變形舉動이 問題될 뿐 微小部分의 變形을 받아들인 硬도는 對用特性值로 밖에는 없다는 것을 生覺할 때에 ±0.5가 아닌 ±5가 바람직하다.

6. 고무硬도와 두께의 決定

고무 Roll은 어떤 用途에서든 반드시 고무의 彈性을 利用하고 있기 때문에 고무의 硬도와 두께의 決定은 慎重히 하지 않으면 안된다.

고무의 硬도와 두께는 必要로 하는 Nip壓力, 希望하는 研摩回數 等 여러가지 Factor에 따라 決定할 수 있는 것이지만 理論적으로 決定이 不可能하기 때문에 이 또한 無意味하다. 왜냐하면 고무의 配合는 各社各樣이고 고무硬도가 全彈性率을 表示하는 變數이기는 하지만 달리 理論적으로 明確하게 하여 놓은 것은 없으며 劣化特性 等の Data도 別로 없다.

따라서 表 5에 依한 定性的인 知識으로부터 常識적으로 決定하고 修正하는 수밖에 없다.

7. 鐵芯의 設計와 製作

어떤 材質, 어떤 形狀의 鐵芯이라도 大概의 것은 고무 Lining이 可能하지만 結局은 標準인 것을 製作하는 것이 價格, 納期, 強度, 硬도의 면에서 有利하다.

表 5. 고무의 硬도와 두께의 決定方向

필요로 하는 特性	硬度	두께	비 고
넓은 Nip로 均一한 압력을 가하고 싶을 때	↓	↑	
Web의 精度가 나쁜 경우 불규칙하고 불균일한 형상의 것을 처리하는 경우	↓	↑	(例)洗毛機用Roll
상대면 Roll의 요철에 될 수 있는 한 잘 주종시키고 싶을 경우	↓	↑	(例) 壓화 Vinyl Sheet의 깊은 시보 Emboss
큰 Nip壓이 요구되는 경우	↑	↓	더욱 압력을 높이고 Roll徑을 작게 하면 유효
高荷重에 견딘다	↑	↑	
고속회전에 견딘다	↑	↓	精度 Balance 尙상이 先決
高精度의 연마를 행할 때	↑	↓	
평활한 연마면을 얻고 싶을 때	↑		
기계에 진동이 있는 경우	↓	↑	
Web에 대한 Grip性を 향상시키기 위해	↓		고무재질, 배합에 따라 크게 변한다
Web를 보호	↓		

다음에 鐵芯의 設計 및 製作上 注意할 點을 알아 보자.

① 材質에 對해서는 引拔鋼管(ST30, ST38等) 軟鋼材(SS34, SS41, S30C, S35C, S40C等)를 使用하는 것이 바람직하다.

用途面에서도 좋고 氣泡도 없으며 고무와의 接着性이 좋은 鐵芯이 얻어진다.

어느 材質에도 고무를 接着하는 것은 可能하지만, Bronze(靑銅), 구리와 주석의 合金, 砲金, Silumin, 아연 및 마그네슘, Nickel 및 Chrome을 鍍金(Gilding)한 面, 銅도금한 面 等은 될 수 있는 한 피하는 것이 좋다.

② 特殊한 것을 除外하고는 Pipe Thickness가 最低 5mm는 必要하다.

表面을 黑皮 그대로 두는 일은 없고 12~14μ/25mm 程度로 荒削(거칠게 깎는다)한다.

接着을 強化하기 위해서 鐵芯에 깊은 홈을 파는 일도 있지만 有害無益하다.

Silicone고무와 같이 引裂에 弱한 고무를 Lining하는 경우는 鐵芯을 되도록 平滑하게 하여두는 것이 좋다.

③ 標準인 鐵芯構造는 그림 5와 같으며 鐵芯加工

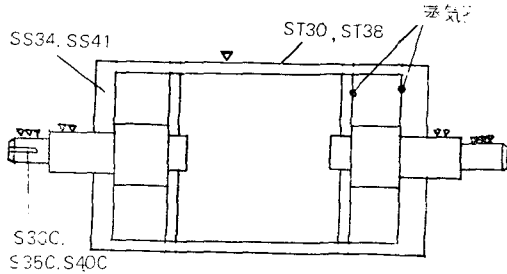


그림 5.

는 양 Center를 바르게 軸部와 外周와를 加工한다.

④ 直徑 100mm 以上の 鐵芯은 側面에 蒸氣孔을 뚫는다. 고무와 鐵芯의 接着을 強固하게 해서 均一한 加減을 행하기 爲해서 꼭 필요하다.

⑤ Metel部の 位置를 알 수 없는 鐵芯(어디를 바르게 연마해야 할지 모를때), Shaft의 先端에 나사를 파는 鐵芯(나사를 찌부러뜨리기 쉽다), Center가 가라앉은 靫이 없는 鐵芯(Center를 찌부러뜨리기 쉽다)은 되도록 피하는 것이 바람직하다.

⑥ Support의 길이가 너무 짧은 鐵芯은 고무Lining, 研摩 등의 加工이 어렵기 때문에 피하는 것이 좋다. 고무 Lining길이의 10~20% 程度는 必要하다. 또 輕荷重에 使用하는 것이과 해서 軸을 너무 가늘게 하는 것도 問題가 있다. 直徑의 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{5}$ 이 바람직하다.

8. 고무Roll 取扱上의 注意

① 고무Roll은 반드시 軸部를 걸 것. 결코 고무부분에 직접 Chain이나 Wire로 끌어당기지 말 것.

兩端部의 고무가 Chain이나 Wire에 상하지 않도록 角材를 대고 달아올릴 것이며 Band를 대서 Roll을 받도록 한다.(그림 6)

② 고무Roll을 운반할 때에는 되도록 堅固한 Case, 나무상자 等に 넣는다. 상처가 나지 않도록 Case와의 사이에 充分한 餘裕를둔다.

③ Roll은 冷暗所에 軸部를 靫목(4"×4", 6"×6") 等으로 支持해서 保存한다.

고무面을 종이나 plastic Film, 셀로판지 等を 사용해서 감아두면 어느 정도 老化(劣化)를 防止할 수 있다. Roll을 직접 바닥에 굴리는 것은 절대로 禁해야 한다.

9. 고무Roll 注文時 注意할 點

大概의 Roll은 名稱만으로 使用處, 따라서 使用條件

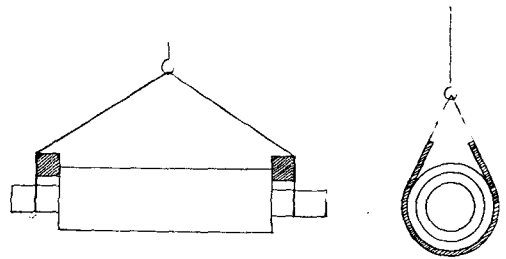


그림 6. 고무Roll 취급요령

을 알 수 있으며 고무材質과 大體的인 硬度도 決定할 수 있다. 또 從來 製作했던 것이 있을 때에는 問題가 없지만 새로운 Roll, 特殊用途의 Roll인 境遇에는 Maker와 相談을 해서 Specification을 決定하는 것이 좋다.

9.1 使用條件의 確認

- ① 使用機械名과 使用目的 또는 고무 Roll이 要求하는 機能
- ② Roll 運轉條件, 回轉速度와 荷重
- ③ Roll과 接觸하는 藥品, 溶劑와 그 溫度
- ④ Roll 冷却裝置의 有無
- ⑤ 從來의 Roll에서 不滿足했던 점의 새로운 要求

9.2 寸수와 精密度

- ① 寸 수
- ② 希望하는 끝손질 精密度
- ③ 고무두께
- ④ 特殊加工의 有無

9.3 고무材質 選擇

- ① 生覺하고 있는 材質이 있으면 二 材質
- ② 色 相
- ③ 硬 度

9.4 檢査와 其他

- ① 檢査項目, 檢査方法
- ② 公 差
- ③ 希望하는 保證條件

通常 고무Roll은 非破壞試驗밖에 할 수 없으므로 檢査項目으로서는 硬度 表面의 研摩狀態, Roll直徑, 圓筒度, 偏心, 眞圓度 等이 주요한 것이다.